

For : The Patent Application Our Ref. : NT1276US

LIST OF THE REFERENCES

1. Japanese Patent Laid-open No.Hei-07-27549
(not cited in the specification)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-027549

(43)Date of publication of application : 27.01.1995

(51)Int.Cl.

G01B 15/00
H01J 37/22

(21)Application number : 05-175888

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.06.1993

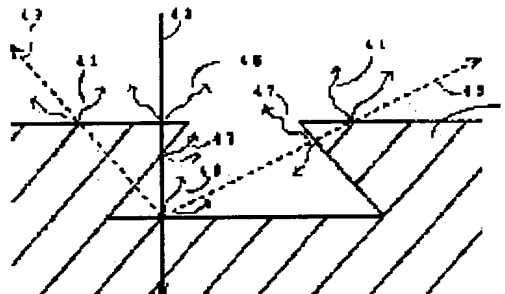
(72)Inventor : TODOKORO HIDEO
TERAKADO SADAQ
KURODA KATSUHIRO
NINOMIYA TAKESHI
KURE TOKUO
MIZUNO FUMIO
YAMADA SATORU

(54) SCANNING ELECTRON MICROSCOPE WITH LENGTH MEASURING FUNCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To measure the length of a portion not directly radiated with an electron beam by radiating the electron beam capable of transmitting part of a sample and reaching the portion not exposed to the electron beam.

CONSTITUTION: A high-energy electron beam 43 capable of transmitting part of a sample substrate 1 and reaching a portion not exposed to the electron beam 43 is radiated to the substrate 1. Surface secondary electrons 46 are generated from the surface of the substrate 1, and second electrons 47 are generated from the side wall of a reverse tapered contact hole. Bottom secondary electrons 48 are generated by the electron beam 43 reentering from the bottom face. Side wall secondary electrons 47 are generated when the reflected electrons 49 generated on the bottom face enter the side wall, and escape secondary electrons 41 are generated when the reflected electrons 49 escape from the surface. The signal from a taper section is the most intense among the signals generated from the surface, bottom face, and taper section of the substrate 1 respectively, thus the taper section is observed as a bright ring, and the diameter of the bottom face is directly measured.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2978034

[Date of registration] 10.09.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-27549

(43)公開日 平成7年(1995)1月27日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 15/00	B			
H 0 1 J 37/22	5 0 2 A	9376-5E		

審査請求 未請求 請求項の数8 F D (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平5-175888

(22)出願日 平成5年(1993)6月24日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 戸所 秀男

茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立

製作所計測器事業部内

(72)発明者 寺門 貞夫

茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立

製作所計測器事業部内

(72)発明者 黒田 勝広

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 平木 道人

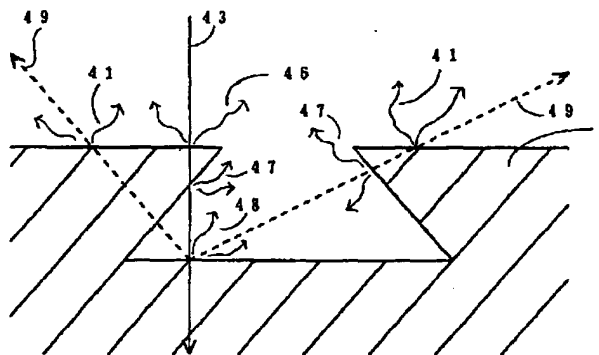
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測長機能を備えた走査電子顕微鏡

(57)【要約】

【目的】 電子ビームが直接照射されない部分の測長をも可能にした測長機能を備えた走査電子顕微鏡を提供する。

【構成】 収束された電子ビームを試料上で走査して得られる走査像の上で測長開始点および終点間の寸法測定を行う測長機能を備えた走査電子顕微鏡において、試料の一部分を透過し、電子ビームに対して露出しない部分にまで到達し得るエネルギーを有する電子ビームを照射し、電子ビームの照射部分から二次的に発生する信号に基づいて得られる走査像を対象に寸法測定を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 収束された電子ビームを試料上で走査して得られる走査像の上で測長開始点および終点間の寸法測定を行う測長機能を備えた走査電子顕微鏡において、試料の一部分を透過し、電子ビームに対して露出しない部分にまで到達し得る電子ビームを照射する手段と、電子ビームの照射部分から二次的に発生する信号を検出する手段と、

前記二次信号に基づいて測長対象の走査像を発生する手段と、

前記走査像に基づいて測長開始点および終点間の寸法測定を行う手段とを具備したことを特徴とする測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 2】 前記電子ビームは、試料表面に露出するが電子ビームの照射方向から見込んだときに他の部分の陰になって同時には見込めない部分にまで到達し得るエネルギーを有することを特徴とする請求項 1 記載の測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 3】 前記電子ビームは、他の部分の下方に位置して試料表面に露出しない部分にまで到達し得るエネルギーを有することを特徴とする請求項 1 記載の測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 4】 収束された電子ビームを試料上で走査して得られる走査像の上で測長開始点および終点間の寸法測定を行う測長機能を備えた走査電子顕微鏡において、試料を自在に変位させる試料ステージと、走査像から予測される観察対象の形状に応じた立体モデルを発生する手段と、

前記立体モデルを走査像と共に表示する手段と、

立体モデルが走査像と合致するように立体モデルの形状を修正する手段と、

前記形状修正された立体モデルの寸法を測長する手段とを具備し、

走査像と合致した立体モデルの寸法で前記一対の測長開始点および終点間の寸法を代表するようにしたことを特徴とする測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 5】 走査像と立体モデルの姿勢が相対的に一致するように、試料ステージによる試料の変位にตอบสนองして立体モデルの姿勢を制御する手段をさらに具備したことを特徴とする請求項 4 記載の測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 6】 前記立体モデルを発生する手段は、複数種の立体モデルを記憶する手段と、オペレータからの指示に応じた立体モデルを前記記憶手段から選択的に読み出して出力する手段とにより構成されたことを特徴とする請求項 4 または 5 記載の測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 7】 前記立体モデルは、円柱状、円錐状、角柱状および角錐状の凸並びに凹のいずれかであることを特徴とする請求項 4 ないし 6 のいずれかに記載の測長機

能を備えた走査電子顕微鏡。

【請求項 8】 観察対象の既知寸法を入力する手段をさらに具備し、前記画面上での立体モデルの大きさは、入力された各部の既知寸法および観察倍率に基づいて設定されるようにしたことを特徴とする請求項 4 ないし 7 のいずれかに記載の測長機能を備えた走査電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、測長機能を備えた走査電子顕微鏡に係り、特に、電子ビームを直接照射できないためにこれまでは測長することが困難であった、逆テーパ状のコンタクトホール底部の径や基板内に埋設されたパターンの寸法をも測長できるようにした測長機能を備えた走査電子顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】走査電子顕微鏡では、電子線を試料上で走査して二次的に得られる信号（二次電子および反射電子）を検出し、この二次信号を電子線の走査と同期して走査されるブラウン管の輝度変調入力とすることで走査像（SEM像）を得ている。一般の走査電子顕微鏡では、負電位を印加した電子源と接地電位にある陽極との間で電子源から放出された電子を加速し、接地電位にある試料に照射している。

【0003】近年、半導体デバイスの製造過程や検査過程におけるコンタクトホール径やパターン幅のサブミクロンオーダーでの寸法計測に走査電子顕微鏡が多用されるようになってきた。半導体デバイス用試料は、一般に Al や Si などの導体部の上に SiO_2 や SiN などの電気絶縁物を積層して構成される。このような半導体デバイス用試料に電子線を照射すると、電気絶縁物表面が負に帯電（チャージアップ）し、放出される二次電子の軌道が変化したり、一次電子線そのものの軌道が変化したりするため、走査像に異常コントラストやひどい歪を生じる場合がある。

【0004】このようなチャージアップに起因した像障害は、コンタクトホールの観察やラインアンドスペースの測長に重大な支障をきたす。そこで、寸法計測に実用されている走査形電子顕微鏡は、照射する電子の量と二次電子の量がほぼ等しくなるように（すなわち電荷の出入りをバランスさせて帯電現象を防止する）一次電子線のエネルギーを 1 KeV 以下とした、いわゆる低加速 SEM であった。図 25 は、このような低加速 SEM を用いてレジストの穴を観察（ 15° 傾斜）した際に得られる走査像である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような低加速 SEM では、電子ビームが直接照射されている試料部分のみが走査像として観察でき、陰の部分は観察することができなかったため、計測も行うことができなかった。

【0006】例えば、従来の低加速 SEM でも、図 21

(a) に示すように、開口部の径Aより底部の径Bの方が小さい順テーパー状のコンタクトホールであれば、上方から低加速の電子線を照射して観察することで、同図(b) に示したように、各径の綾線を二重のリングとして観察できたので、当該走査像から各径の寸法を計測することが可能であった。ところが、図22(a) に示すように、開口部の径Aより底部の径Bの方が大きい逆テーパー状のコンタクトホールでは、同図(b) に示したように開口部しか観察できないので底面の径Bを計測することはできなかった。

【0007】また、図23(a) のように、基板1表面の配線74と基板1内部に埋設された配線75との相互間の寸法を計測しようとしても、同図(b) に示したように、低加速SEMでは表面の配線74しか観察できなかったため、配線相互間の寸法計測は不可能であった。

【0008】このように、従来の走査電子顕微鏡による測長では、電子ビームが直接照射される部分の測長しか行えず、試料表面に露出するが電子ビームの照射方向から見込んだときに他の部分の陰になって同時には見込めない部分、あるいは他の部分の下方に位置して試料表面に露出しない部分といったように、電子ビームが直接照射されない部分、換言すれば電子ビームに対して露出しない部分に関しては測長できないという問題があった。

【0009】本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、電子ビームが直接照射されない部分の測長をも可能にした、測長機能を備えた走査電子顕微鏡を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明では、観察対象の走査像に基づいて寸法測定を行う測長機能を備えた走査電子顕微鏡において、以下のような手段を講じた点に特徴がある。

(1) 試料の一部分を透過し、電子ビームに対して露出しない部分にまで到達し得る電子ビームを照射する手段と、電子ビームの照射部分から二次的に発生する信号を検出する手段と、二次信号に基づいて測長対象の走査像を発生する手段と、走査像に基づいて測長開始点および終点間の寸法測定を行う手段とを設けた。

(2) 走査像から予測される観察対象の形状に応じた立体モデルを発生する手段と、この立体モデルを走査像と共に表示する手段と、立体モデルの形状が走査像と合致するように立体モデルの形状を修正する手段と、前記形状修正された立体モデルの寸法測定を行う手段とを設けた。

【0011】

【作用】上記した構成(1) によれば、試料表面に露出するが電子ビームの照射方向から見込んだときに他の部分の陰になって同時には見込めない部分、あるいは他の部分の下方に位置して試料表面に露出しない部分の走査像が得られるので、電子ビームが直接照射されない部分の

測長も可能になる。

【0012】上記した構成(2) によれば、立体モデルの形状が走査像と合致するように修正され、立体モデルの形状で観察対象の形状を代表できるようになるので、立体モデルの寸法を計測することにより、電子ビームが直接照射されない部分の測長も可能になる。

【0013】

【実施例】

【第1実施例】図1は、本発明の第1実施例である走査電子顕微鏡の構成を示したブロック図である。本発明の走査電子顕微鏡は、従来の走査電子顕微鏡が有する構成を全て備えているが、ここでは、本発明の説明に必要な構成のみを示している。

【0014】電子源から放出された高エネルギーの電子ビーム1（電子源、加速電極、コンデンサレンズ等の図示は省略）は、走査制御部15によって制御される上走査コイル2および下走査コイル3により偏向され、対物レンズ4のレンズ中心を通して試料5上でラスタ走査される。試料5上での電子ビーム1の走査範囲は、予めキーボード19から入力された倍率に基づいて、CPU20が走査制御部15の出力を適宜に設定することにより決定される。

【0015】試料5は、X傾斜ステージ7、Y傾斜ステージ8、XY移動ステージ9で構成される試料ステージ10上に載置され、試料ステージ10はステージ制御部11によって各方向への動作が制御される。電子ビーム1の走査によって試料5表面から発生した二次電子12は二次電子検出器13で検出され、ビデオアンプ14で増幅される。増幅された二次電子信号は、電子ビーム1と同期して走査される走査像表示装置16の輝度変調信号として入力され、画面上に走査像30として表示される。

【0016】また、ビデオアンプ14で増幅された二次電子信号はA/D変換器17でデジタルデータに変換されて画像メモリ18に格納される。CPU20は、画像メモリ18の画情報を読み出すと、公知のパターン認識技術を利用して測長対象位置を認識し、当該位置でのエッジ検出結果と前記拡大倍率とに基づいて測長を行う。すなわち、検出されたエッジ間距離を測定する。

【0017】なお、上記した試料ステージ10は回転機構が含まないが、回転機構を含む場合には回転角を立体モデルに反映させるようにしても良い。このような回転機構は、試料ステージおよび走査方向の少なくとも一方を他方に対して相対的に回転させることにより達成される。

【0018】本実施例では、高エネルギーの電子ビームを用いることにより、低加速SEMでは観察できなかった部分を観察できるようにして、これまでは測長できなかった対象物、あるいは測長誤差が大きくなってしまっ対象物の測長をも高精度で行えるようにした。

【0019】ここで、図2を参照して高エネルギーの電子ビームによる観察方法を説明する。図示したように、基板表面に形成された逆テーパー状のコンタクトホールでは、試料をどのように傾斜させても底部の輪郭全体を同時に観察することができない。すなわち、底部の直径を測長しようとしても、電子ビームの照射方向から見込んだときに測長開始点および終点の一方は常に他の部分の陰になってこれらを同時に見込むことができないので測長することができなかった。

【0020】ところが、高エネルギーの電子ビーム43を照射すると、基板1表面からは表面二次電子46が発生し、コンタクトホールの側壁からは二次電子47が発生し、また底面からは再入射した電子ビーム43により底面二次電子48が発生する。さらに、底面で発生した反射電子49が側壁に入射する際に側壁二次電子47が発生し、表面を脱出する際には脱出二次電子41が発生する。一方、テーパー部以外に電子ビームが照射された場合には、表面二次電子46のみが発生する。また、電子ビーム43が直接に底部に照射されると、底部で反射した反射電子が発生させる側壁二次電子47と表面二次電子41が信号になる。

【0021】ここで、基板表面、基板底面、およびホール側面のテーパー部のそれぞれから発生する信号を比較すると、テーパー部から発生する信号が最も強いことから、高エネルギーの電子ビームで逆テーパー状のコンタクトホールを観察すると、図3に示すように、テーパー部が明るいリング42となって観察される。したがって上面の径Aおよび底面の径Bの直接的な計測が可能になる。

【0022】図4は、前記図25に関して説明した従来の低加速SEMでは底面の輪郭を観察できなかった試料に本発明を適用した際に観察される走査像であり、低加速SEMでは観察できなかった底部の輪郭を観察できるようになる。

【0023】また、図6に示したように、基板表面で露出した配線74と基板内に埋設されている配線75とを有する試料に高エネルギーの電子ビーム43を照射すると、電子ビーム43は埋設された配線75にまで到達し、そこで反射電子59が発生し、表面で表面二次電子51を発生させる。したがって、表面二次電子51を検出することにより埋設されている配線75を観察できる。そして、表面にある配線74は容易に観察できることから、図7に示すように、これまでは不可能であった表面の配線74と埋設配線75相互間距離Pを計測できるようになる。

【0024】図5は、側面が逆テーパー状になったレジストパターンに高エネルギービームを照射して得られる走査像および孤立線を横切って信号強度を測定した際に得られるラインプロファイル信号を示した図である。また、図8は、側面がテーパー状になったレジストパターンの孤立線を横切って信号強度を測定した際に得られるライン

プロファイル信号の典型例である。このとき、上面(S1)と側面(S2)とでは2次電子量が異なることから、配線パターンの断面形状が、図9(a)に示したような台形状、あるいは同図(b)に示したように逆台形状であることが既知であれば、各部の寸法を算出することができる。

【0025】また、本発明の発明者等の実験結果によれば、図10に示したように、テーパー角 θ と信号比(図8の $S2/S1$)との関係を比較すると、逆テーパーの方が信号比が大きいことから、図8のようなラインプロファイル参照するだけで配線パターンの断面形状も同時に認識することができるようになる。

【0026】図11は、直方体のパターンを傾斜させて観察した際に得られる走査像の一例である。高エネルギーの電子ビームを照射すると、上面、底面および各側面から発生する2次電子量が異なることから、各面の境界線を認識できるようになる。したがって、各側面部の幅と試料ステージの傾斜角度から、配線パターンの高さを算出することができる。

【0027】また、このときのラインプロファイル信号を参照すると、図中右側の側面から発生する二次信号の方が左側の側面から発生する二次信号よりも強いことから、前記図10に示した実験結果から分かるように、右側が逆テーパー部、左側が順テーパー部であることも同時に認識することができる。

【0028】本実施例によれば、電子ビームが試料の深部まで到達し、試料表面に露出するが電子ビームの照射方向から見込んだときに他の部分の陰になって同時には見込めない部分や、他の部分の下方に位置して試料表面に露出しない部分の走査像を、試料表面に露出した部分と同様に観察することができるので、これらの測長が可能になる。

【第2実施例】図13は、本発明の第2実施例である走査電子顕微鏡の構成を示したブロック図であり、前記と同一の符号は同一または同等部分を表している。本実施例では、走査像表示装置16に表示されたスルーホールや配線パターンに重畳して表示されるグラフィック立体モデルを発生する立体モデル発生部30を具備した点に特徴がある。なお、本実施例では、電子ビームは必ずしも高エネルギービームである必要はなく、従来の低加速SEMに適用しても良い。

【0029】図14は、前記立体モデル発生部30の構成を示した機能ブロック図であり、前記と同一の符号は同一または同等部分を表している。

【0030】同図において、立体モデル記憶部301には、円柱、角柱、直方体等の各種の立体モデルに関する形状データが蓄積されている。立体モデル選択部302は、オペレータからの指示に応じた立体モデルの形状データを前記立体モデル記憶部301から選択的に読み出す。立体モデル形成部303は、前記立体モデル選択部

302によって選択された形状データに基づいて立体モデルを形成する。このようにして形成された立体モデルは、後述する姿勢制御部304および位置制御部305による各種の規制を受けた後に走査像表示装置16に表示される。

【0031】形状変更部307は、オペレータからの指示に基づいて当該立体モデルの形状データを変更することにより、表示されている立体モデルの形状を変更する。姿勢制御部304は、試料ステージ10の状況(X傾斜ステージ7の傾斜角、Y傾斜ステージ8の傾斜角等)をステージ制御部11による制御状態から判断し、立体モデル形成部303から出力された立体モデルの姿勢が走査像の姿勢と相対的に一致するように立体モデルの姿勢を制御する。位置制御部305は、走査像と相対的に姿勢が一致した立体モデルの表示位置を画面上で平行移動させる。寸法算出部306は、立体モデルの形状と拡大倍率とに基づいて、立体モデルの各部の寸法を算出する。

【0032】ここで、実際のパターンを観察、測長する場合を例にして本実施例の動作を詳細に説明する。

【0033】図15は、前記図22に関して説明した逆テーパ状のコンタクトホールを、試料ステージ10を傾斜させて観察することによって得られた走査像100であり、開口部の輪郭101、側面104、底面103、および底面103の輪郭102の一部のみを観察することができる。

【0034】ここで、オペレータはキーボード19を操作し、走査像から予測される観察対象の立体モデルとして円柱体を指定すると共に、観察対象の寸法について既知の部分があれば当該部分の寸法も入力する。ここでは、開口部の径を入力したものと説明する。立体モデル選択部302は、円柱体の形状データを立体モデル記憶部301から選択的に読み出す。立体モデル形成部303は、読み出された形状データ、拡大倍率および前記入力された既知寸法に基づいて、図16に示したような円柱体のワイヤーモデル(立体モデル)200を形成する。

【0035】姿勢制御部304は、走査像100と立体モデル200の姿勢とを画面上で相対的に一致させるために、ステージ制御部11からのデータに基づいて試料ステージ10の傾斜状態を判断し、画面上での立体モデル200の姿勢を制御する。図17は、姿勢制御された状態での画面上における走査像100と立体モデル200との表示例であり、走査像100の傾斜状態と立体モデル200の傾斜状態とが一致している。

【0036】次いで、オペレータはキーボード19を操作して立体モデル200を移動させ、図18に示したように、走査像100の開口部の輪郭101と立体モデル200の上面の輪郭201とを重ね合わせる。ここで、本実施例では、予め既知寸法として開口部の径を入力し

であるので、開口部(上面)の輪郭は完全に合致させることができるが、当該コンタクトホールは逆テーパ状であり、底面の輪郭102が開口部の輪郭101よりも大きいことから、走査像100の底部の輪郭102と立体モデル200の底面の輪郭202とは一致していない。

【0037】ここで、オペレータはキーボード19を操作して立体モデルの底面の径を拡大すると共に高さを適宜に伸縮させ、図19に示したように、コンタクトホール底面の輪郭101の一部を立体モデルの底面の輪郭202と合致させる。

【0038】以上のようにして走査像100の輪郭と立体モデル200の輪郭とを完全に合致させると、当該立体モデル200がコンタクトホールと同一形状となるので、寸法算出部306は、立体モデル200の形状と拡大倍率とに基づいて、未知部分の寸法を算出して表示出力する。

【0039】図20は、未知部分の寸法を算出する方法を示した図である。本実施例のように、開口部の径のみが明らかであるような場合には、以下のようにして他の部分の寸法を測長する。

【0040】すなわち、底面の径は、立体モデルの底面の径を直接測長することで求めることができる。また、図のように傾斜した状態での各部c、d、eを測長すれば、寸法fは次式(1)より算出することができる。

$$【0041】 f = e - (c / 2) - (d / 2) \cdots (1)$$

また、図24に示したように、コンタクトホールの深さDは、試料の傾斜角を θ とすると次式(2)より算出することができる。

$$【0042】 深さ D = f / \sin \theta \cdots (2)$$

なお、上記した実施例では、初めに既知であるコンタクトホール開口部の径を入力し、当該入力値に応じた大きさの立体モデルが初めに表示されるものとして説明したが、形状のみを指定して立体モデルを表示させ、上面のサイズも含めて立体モデルを変形させて走査像に合致させるようにしても良い。また、このような計測方法は立体モデルを対象とした場合に限らず、前記第1実施例において得られる走査像に対しても適用することができる。

【0043】本実施例によれば、観察対象の輪郭の一部しか観察できない場合であっても、立体モデルを利用して全体の輪郭を予測し、立体モデルの形状で観察対象の形状を代表するようにしたので、立体モデルの寸法を計測することにより、試料表面に露出しない部分の測長が可能になる。

【0044】

【発明の効果】上記したように、本発明によれば次のような効果が達成される。

(1) 高エネルギーの電子ビームを用い、電子ビームが試料の深部まで到達するようにして電子ビームに対して露出しない部分の走査像を他の露出した部分と同様に観察で

きるようにしたので、電子ビームが直接照射されない部分の測長が可能になる。

(2) 観察対象の輪郭の一部しか観察できない場合であっても、立体モデルを利用して全体の輪郭を予測し、立体モデルの形状で観察対象の形状を代表するようにしたので、立体モデルの寸法を計測することにより、電子ビームが直接照射されない部分の測長が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例のブロック図である。

【図 2】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 3】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 4】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 5】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 6】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 7】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 8】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 9】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 10】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 11】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 12】 本発明の第 1 実施例による測長方法を示した図である。

【図 13】 本発明の第 2 実施例のブロック図である。

【図 14】 立体モデル発生部の構成を示したブロック

図である。

【図 15】 本発明の第 2 実施例による測長方法を示した図である。

【図 16】 本発明の第 2 実施例による測長方法を示した図である。

【図 17】 本発明の第 2 実施例による測長方法を示した図である。

【図 18】 本発明の第 2 実施例による測長方法を示した図である。

【図 19】 本発明の第 2 実施例による測長方法を示した図である。

【図 20】 立体モデルに基づいて寸法を求める方法を示した図である。

【図 21】 観察対象の一例を示した図である。

【図 22】 観察対象の一例を示した図である。

【図 23】 観察対象の一例を示した図である。

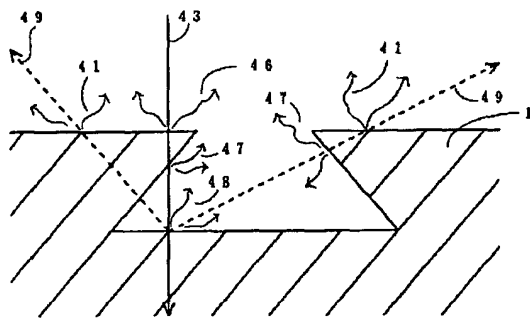
【図 24】 立体モデルに基づいて寸法を求める方法を示した図である。

【図 25】 低加速 SEM による走査像の一例を示した図である。

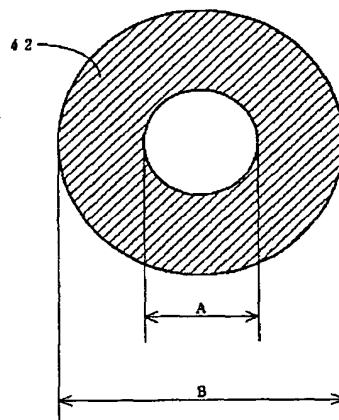
【符号の説明】

1…電子ビーム、2…上走査コイル、3…下走査コイル、4…対物レンズ、5…試料、6…回転台、7…X傾斜台、8…Y傾斜台、9…XY移動ステージ、10…試料ステージ、11…ステージ制御部、12…二次電子、13…二次電子検出器、14…増幅器、15…走査制御部、16…走査像表示装置、17…A/D変換器、18…画像メモリ、19…キーボード、20…CPU、30…立体モデル発生部、301…立体モデル記憶部、302…立体モデル選択部、303…立体モデル形成部、304…姿勢制御部、305…位置制御部、306…寸法算出部、307…形状変更部

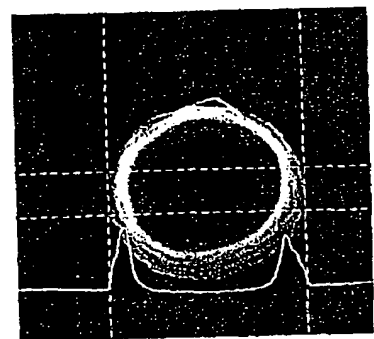
【図 2】



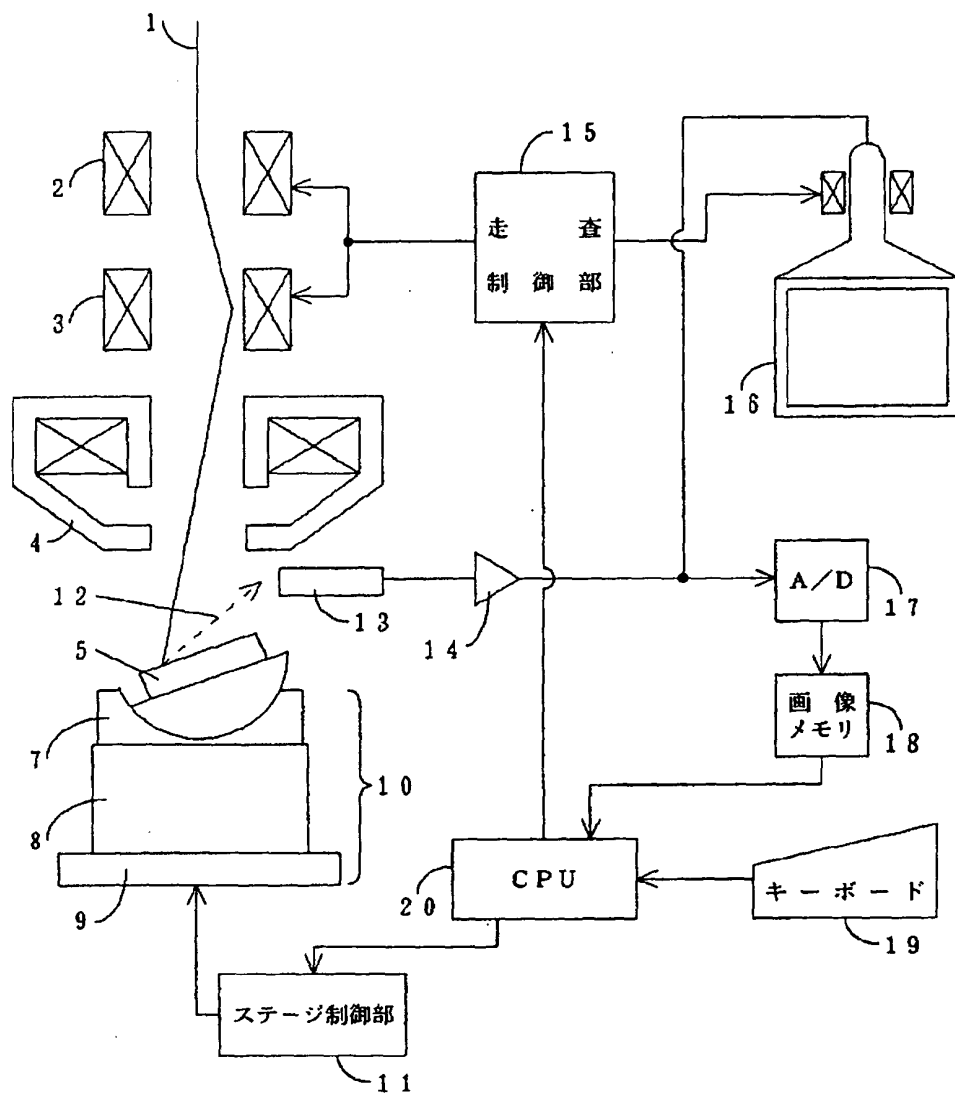
【図 3】



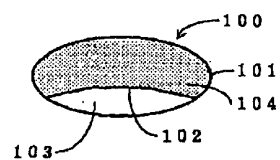
【図 5】



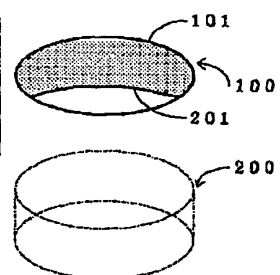
【図1】



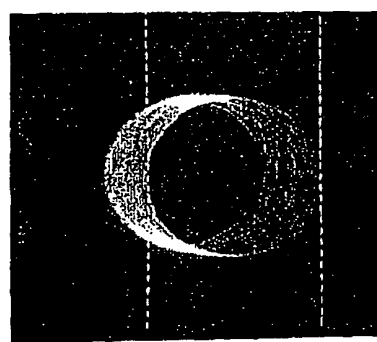
【図15】



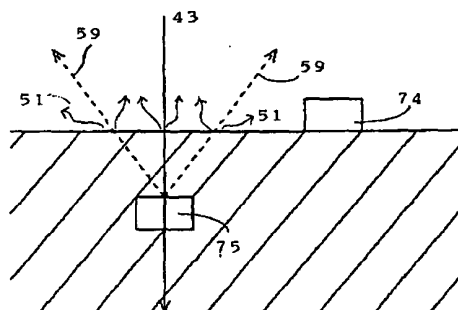
【図17】



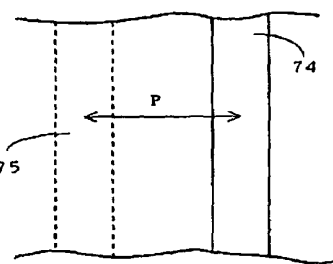
【図4】



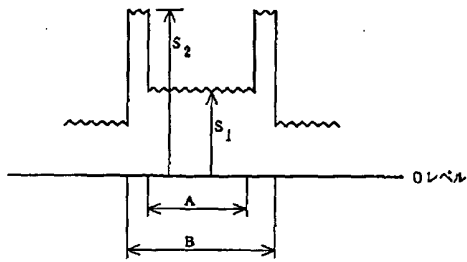
【図6】



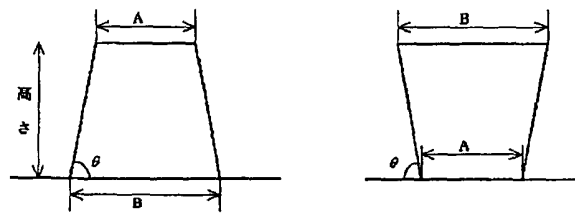
【図7】



【図8】

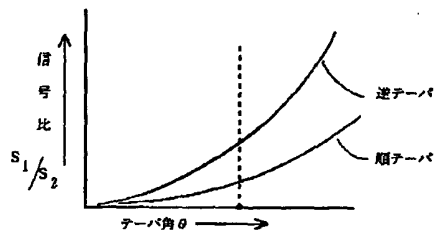


【図9】

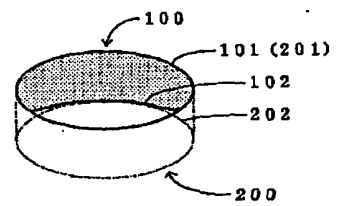
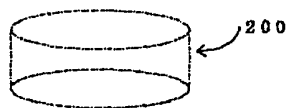


【図18】

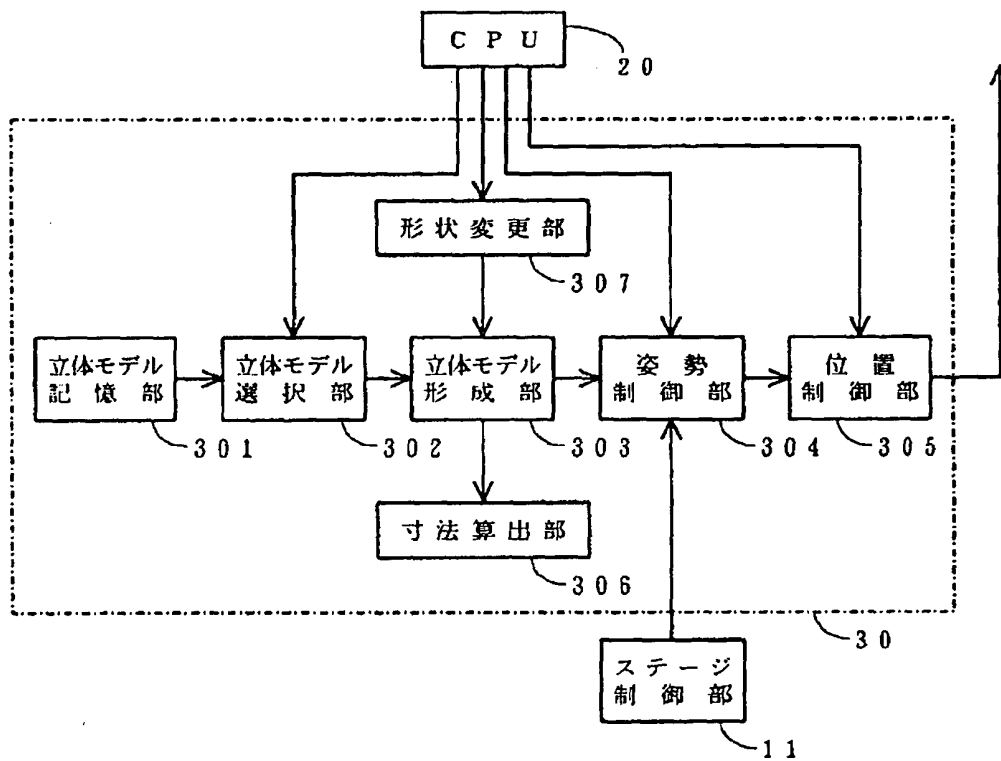
【図10】



【図16】



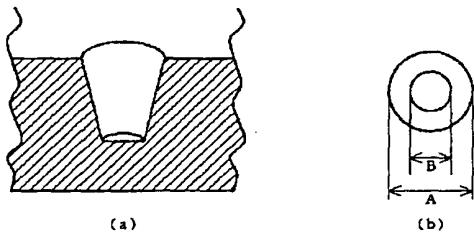
【図14】



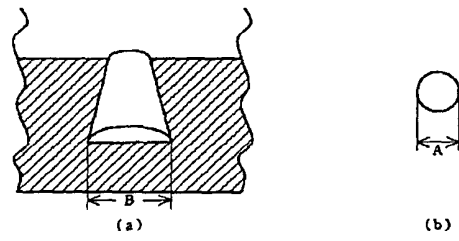
A diagram of a cylindrical structure consisting of two concentric layers. The inner layer is labeled 101 (201) and is shaded with a cross-hatch pattern. The outer layer is labeled 102 (202) and is represented by a plain white area between the inner layer and the outer boundary. The entire structure is shown in a perspective view, appearing as a truncated cone.

Diagram of a truncated cone with dimensions a , b , c , d , e , f . The formula for the volume is given as $f = \left(\frac{a}{2} + \frac{b}{2} + \frac{c}{2} \right) \times \frac{d}{3}$.

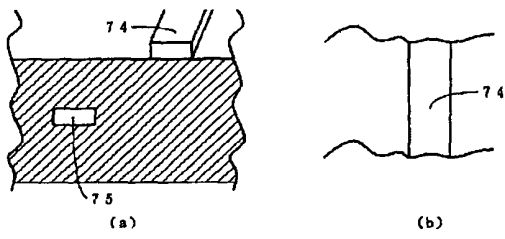
【図21】



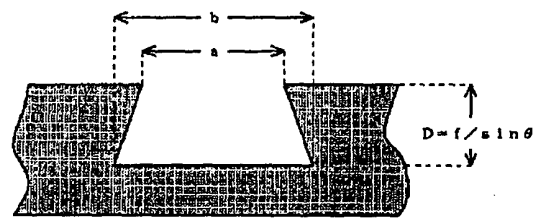
【図22】



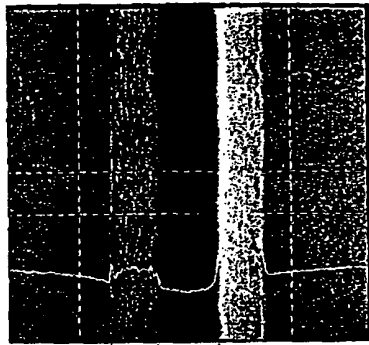
【図23】



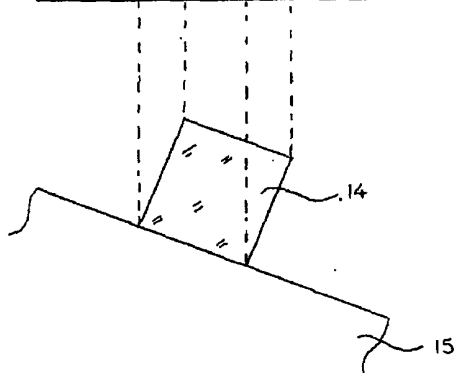
【図24】



【図11】



【図12】



【手続補正書】

【提出日】平成6年6月27日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】このようなチャージアップに起因した像障害は、コンタクトホールの観察やラインアンドスペースの測長に重大な支障をきたす。そこで、寸法計測に実用されている走査形電子顕微鏡は、照射する電子の量と二次電子の量がほぼ等しくなるように（すなわち電荷の出入りをバランスさせて帯電現象を防止する）一次電子線のエネルギーを1KeV以下とした、いわゆる低加速SEMであった。図12は、このような低加速SEMを用いてレジストの穴を観察（15°傾斜）した際に得られる走査像である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】図4は、前記図12に関して説明した従来の低加速SEMでは底面の輪郭を観察できなかった試料に本発明を適用した際に観察される走査像であり、低加速SEMでは観察できなかった底部の輪郭を観察できるようになる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例のブロック図である。

【図2】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図3】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図4】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図5】 本発明の第1実施例による測長方法を示した

図である。

【図6】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図7】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図8】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図9】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図10】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図11】 本発明の第1実施例による測長方法を示した図である。

【図12】 低加速SEMによる走査像の一例を示した図である。

【図13】 本発明の第2実施例のブロック図である。

【図14】 立体モデル発生部の構成を示したブロック図である。

【図15】 本発明の第2実施例による測長方法を示した図である。

【図16】 本発明の第2実施例による測長方法を示した図である。

【図17】 本発明の第2実施例による測長方法を示した図である。

【図18】 本発明の第2実施例による測長方法を示した図である。

【図19】 本発明の第2実施例による測長方法を示した図である。

【図20】 立体モデルに基づいて寸法を求める方法を示した図である。

【図21】 観察対象の一例を示した図である。

【図22】 観察対象の一例を示した図である。

【図23】 観察対象の一例を示した図である。

【図24】 立体モデルに基づいて寸法を求める方法を示した図である。

【手続補正4】

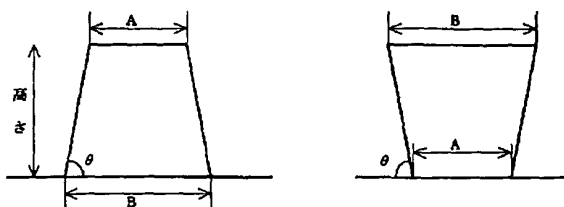
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

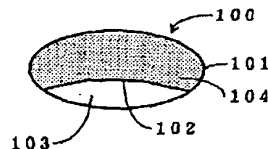
【補正方法】変更

【補正内容】

【図9】



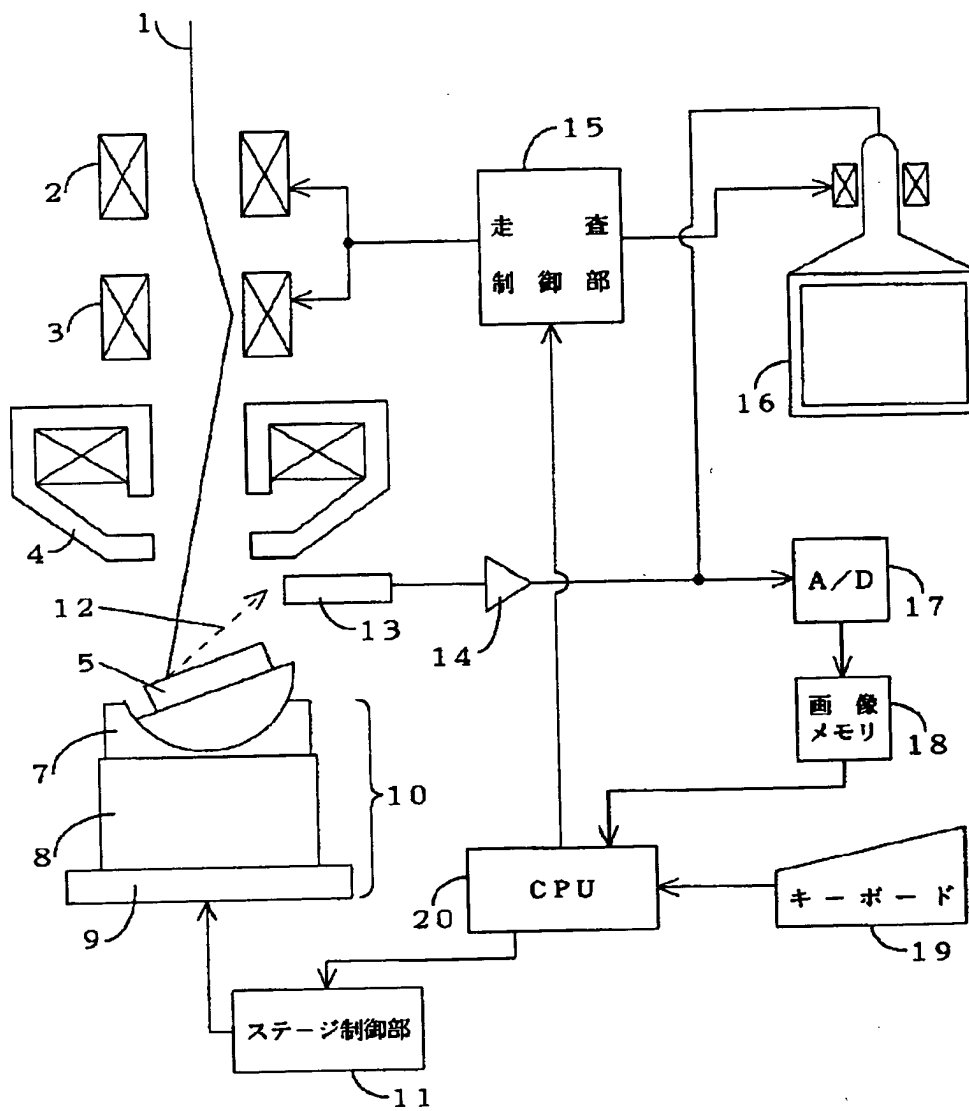
【図15】



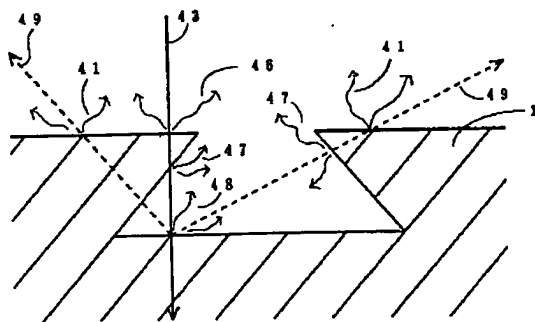
【図16】



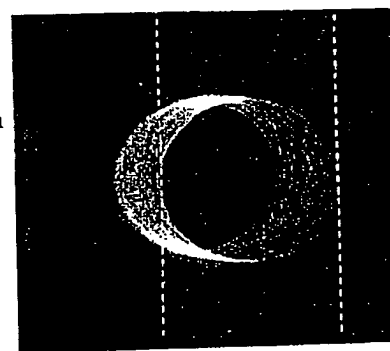
【図1】



【図2】

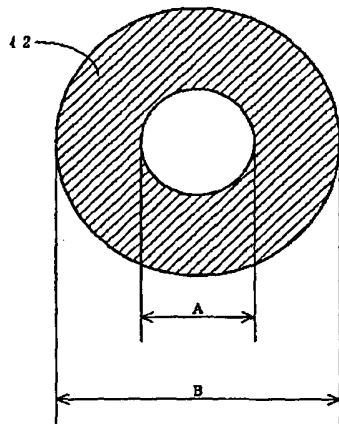


【図4】

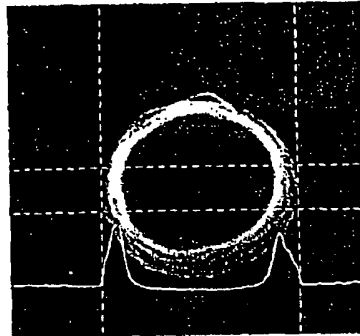
0.5 μm $T=15^\circ$

複 写

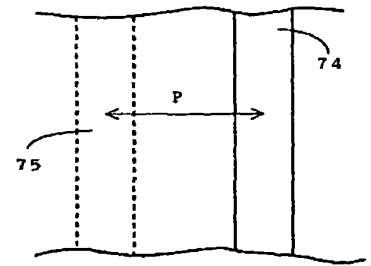
【図3】



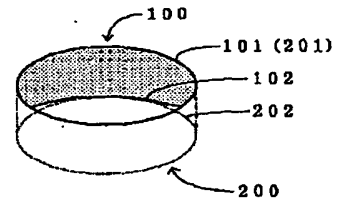
【図5】



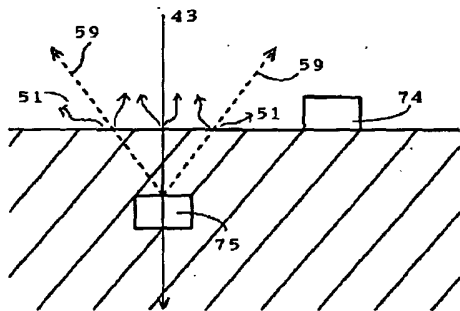
【図7】



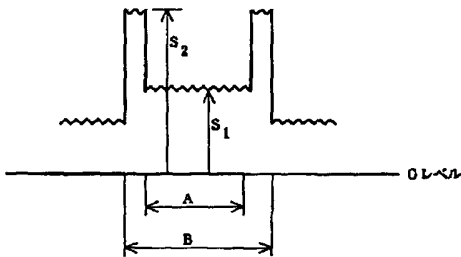
【図18】



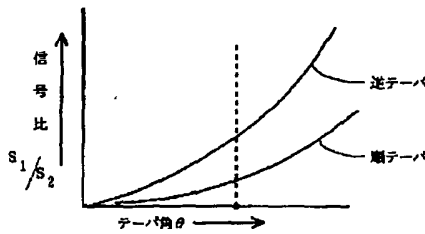
【図6】



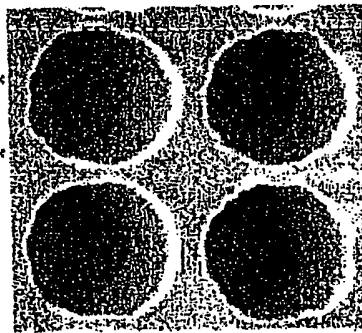
【図8】



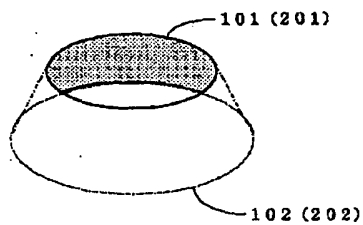
【図10】



【図12】

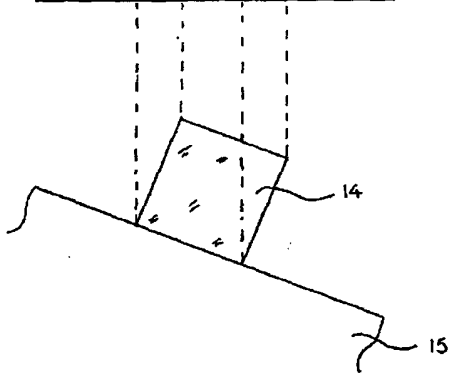
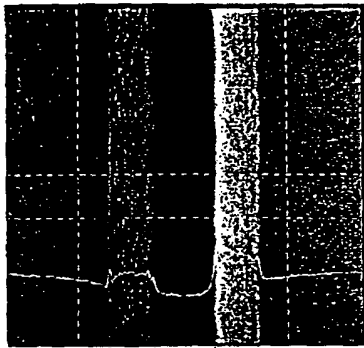


【図19】



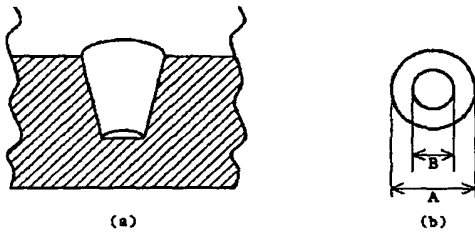
複 写

【図11】

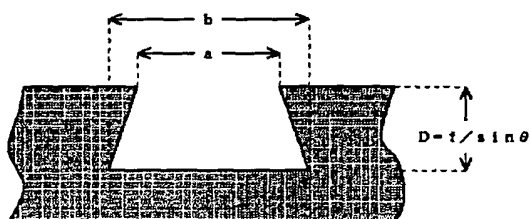


複写

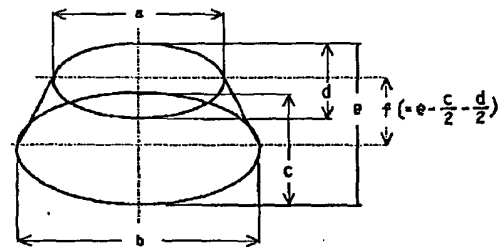
【図21】



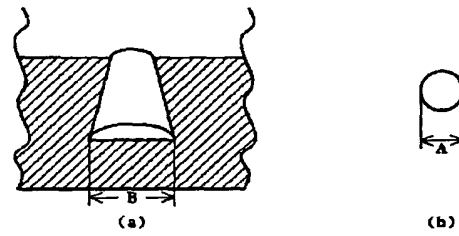
【図24】



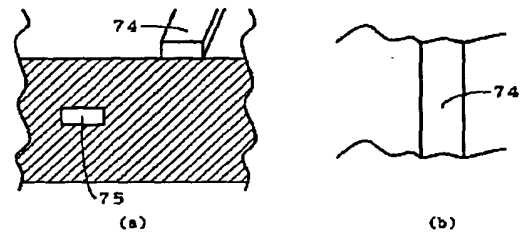
【図20】



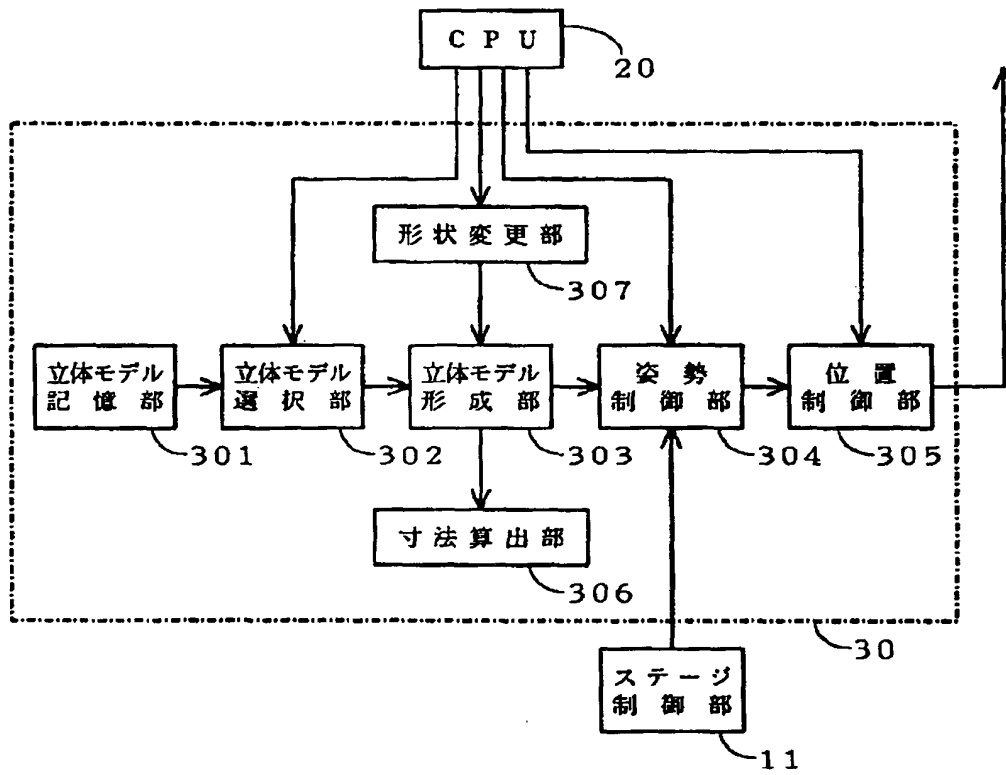
【図22】



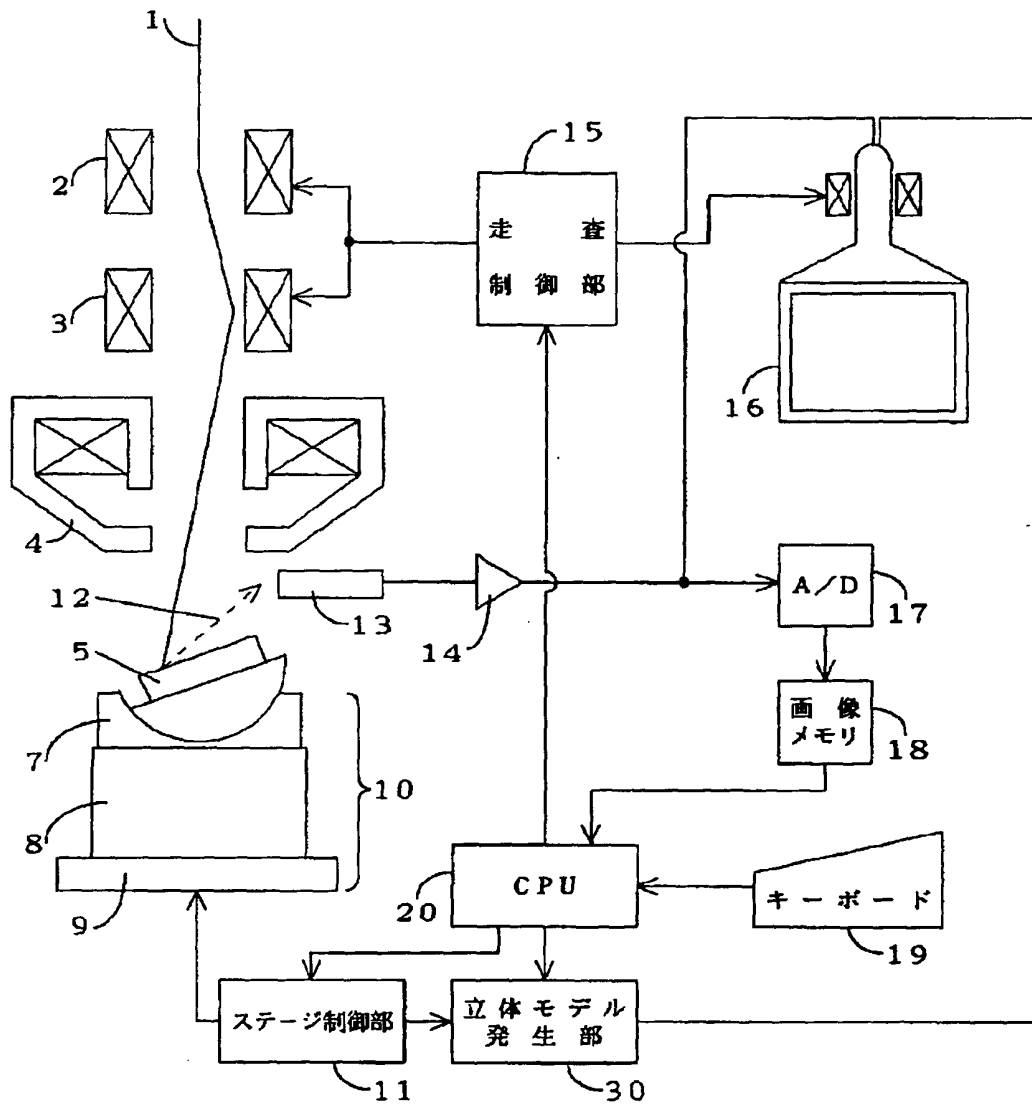
【図23】



【図14】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 二宮 健
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 久禮 得男
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 水野 文夫
東京都青梅市今井町2326番地 株式会社日
立製作所デバイス開発センタ内
(72)発明者 山田 悟
東京都青梅市今井町2326番地 株式会社日
立製作所デバイス開発センタ内